

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-34899

(43)公開日 平成11年(1999)2月9日

(51) Int.Cl.⁶
 B 6 2 D 6/00
 B 6 0 K 31/00
 G 0 1 B 11/00
 21/00
 21/22

識別記号

F I
 B 6 2 D 6/00
 B 6 0 K 31/00 Z
 G 0 1 B 11/00 B
 21/00 A
 21/22

審査請求 未請求 請求項の数17 OL (全 19 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-192813

(22)出願日

平成9年(1997)7月17日

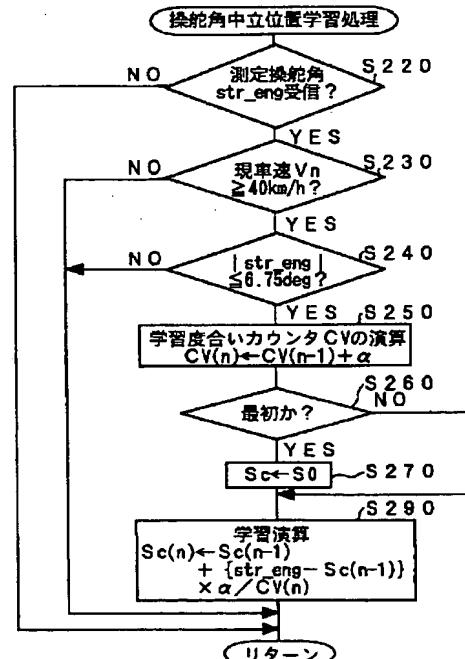
(71)出願人 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (72)発明者 寺村 英司
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72)発明者 佐藤 泰彦
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72)発明者 夏目 勉
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (74)代理人 弁理士 足立 勉
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】操舵角中立学習装置、カーブ曲率推定装置、車間距離制御装置および記録媒体

(57)【要約】

【課題】走行開始の早期に正確な操舵角の中立位置を推定して精度の高い各種制御を可能とする操舵角中立学習装置等の提供。

【解決手段】操舵角中立位置学習処理にては、車速センサにて検出される車速が40 km/h以上という条件(S 230)と、測定操舵角str_engの絶対値が6.75deg以下である条件(S 240)との両方が満足された場合に、操舵角中立位置S_cの学習演算(S 290)を実行している。前者の条件では、40 km/h以上となる郊外や高速道路での走行では、後者の条件である直進状態の判断が容易であり、学習する操舵データはより正確なものが得られる。また後者の条件では、直進状態の際に得られた暫定操舵角中立位置S_0の近傍にステアリングセンサにて検出された車両の操舵角Sが存在するときに操舵角中立位置S_cを学習する。したがって早期に正確な操舵角中立位置S_cを得ることができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】車両の操舵角を検出する操舵角検出手段と、
 車両の旋回を検出する車両旋回検出手段と、
 前記車両旋回検出手段にて検出された車両の旋回が直進状態を示す範囲にあるか否かを判定する車両直進状態判定手段と、
 前記車両直進状態判定手段にて車両の旋回が直進状態を示す範囲にあると判定された際ににおける前記操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角に基づいて操舵角中立位置の学習を行う学習手段と、
 を備えたことを特徴とする操舵角中立学習装置。

【請求項2】前記学習手段は、

前記車両直進状態判定手段にて車両の旋回が直進状態を示す範囲にあると判定された際ににおける前記操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角を暫定操舵角中立位置として設定する暫定操舵角中立位置設定手段と、

前記暫定操舵角中立位置の近傍に、前記操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角が存在する際に、前記操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角と前記暫定操舵角中立位置との差から、操舵角中立位置を引いた角度に基づいて、前記操舵角中立位置を補正して新たな操舵角中立位置を求ることにより、操舵角中立位置の学習を行う操舵角中立位置学習手段と、
 を備えたことを特徴とする請求項1記載の操舵角中立学習装置。

【請求項3】車両速度を検出する車速検出手段を備え、
 前記操舵角中立位置学習手段は、
 前記車速検出手段にて検出される車両速度が所定速度より高い場合に、請求項2記載の処理を行うことを特徴とする請求項2記載の操舵角中立学習装置。

【請求項4】前記学習手段は、

前記車両直進状態判定手段にて車両の旋回が直進状態を示す範囲にあると判定された際ににおける前記操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角を暫定操舵角中立位置として設定する暫定操舵角中立位置設定手段と、

操舵角中立位置の近傍に前記操舵角検出手段にて検出された操舵角が存在する際に、前記操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角と前記暫定操舵角中立位置との差から、操舵角中立位置を引いた角度に基づいて、前記操舵角中立位置を補正して新たな操舵角中立位置を求ることにより、操舵角中立位置の学習を行う操舵角中立位置学習手段と、
 を備えたことを特徴とする請求項1記載の操舵角中立学習装置。

【請求項5】車両速度を検出する車速検出手段を備え、
 前記操舵角中立位置学習手段は、
 前記車速検出手段にて検出される車両速度が所定速度より高い場合に、請求項4記載の処理を行うことを特徴とする請求項4記載の操舵角中立学習装置。

10

【請求項6】前記操舵角中立位置は、初期値として、前記暫定操舵角中立位置が設定されることを特徴とする請求項2～5のいずれか記載の操舵角中立学習装置。

【請求項7】前記暫定操舵角中立位置設定手段は、
 本装置の処理における最初に、前記車両直進状態判定手段にて車両の旋回が直進状態を示す範囲にあると判定された際ににおける前記操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角を、暫定操舵角中立位置として設定する処理を、一度のみ行うことを特徴とする請求項2～6のいずれか記載の操舵角中立学習装置。

【請求項8】前記操舵角中立位置学習手段は、
 前記操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角と前記暫定操舵角中立位置との差から、操舵角中立位置を引いた角度の所定割合で、前記操舵角中立位置を補正して新たな操舵角中立位置を求ることにより、操舵角中立位置の学習を行うことを特徴とする請求項2～7のいずれか記載の操舵角中立学習装置。

【請求項9】前記所定割合は、
 前記操舵角中立位置学習手段にて操舵角中立位置の学習が行われる際ににおける、車両速度の高さに応じて、該速度が高ければ高いほど大きくされることを特徴とする請求項8記載の操舵角中立学習装置。

【請求項10】前記所定割合は、
 前記操舵角中立位置学習手段にて行われる操舵角中立位置の学習回数の多さに応じて、該学習回数が多いほど小さくされることを特徴とする請求項8または9記載の操舵角中立学習装置。

【請求項11】前記所定割合は、
 学習毎における車両速度の高さに応じて、該速度が高ければ高いほど早期に小さくされることを特徴とする請求項10記載の操舵角中立学習装置。

【請求項12】車両速度を検出する車速検出手段を備え、
 前記車両直進状態判定手段は、
 前記車速検出手段にて検出される車両速度が所定速度より高く、かつ前記車両旋回検出手段にて検出された車両の旋回が所定角速度より小さい場合に、車両の旋回が直進状態を示す範囲にあると判定することを特徴とする請求項1～11のいずれか記載の操舵角中立学習装置。

40

【請求項13】前記車両旋回検出手段は、ヨーレートを検出するセンサであることを特徴とする請求項1～12のいずれか記載の操舵角中立学習装置。

【請求項14】前記車両旋回検出手段は、左右の車輪の速度差を検出し、該速度差に基づいて車両の旋回を検出する装置であることを特徴とする請求項1～12のいずれか記載の操舵角中立学習装置。

【請求項15】請求項1～14のいずれかに記載の操舵角中立学習装置と、
 車両速度を検出する車速検出手段と、

50 前記操舵角中立学習装置により得られている操舵角中立

3
位置と、前記操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角あるいは該操舵角と前記暫定操舵角中立位置との差と、前記車速検出手段により検出される車両速度に基づいて、走行路の曲率を演算するカーブ曲率演算手段と、

を備えたことを特徴とするカーブ曲率推定装置。

【請求項16】請求項1～14のいずれかに記載の操舵角中立学習装置と、

自車の車両速度を検出する車速検出手段と、

前記操舵角中立学習装置により得られている操舵角中立位置と、前記操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角あるいは該操舵角と前記暫定操舵角中立位置との差と、前記車速検出手段により検出される車両速度に基づいて、走行路の曲率を演算するカーブ曲率演算手段と、

車幅方向の所定角度範囲に送信波あるいはレーザ光をスキャン照射し、物体からの反射波あるいは反射光に基づいて、自車と前方物体との距離をスキャン角度に対応して検出可能な測距手段と、

前記測距手段によって検出された距離および対応するスキャン角度に基づいて、自車に対する前記物体の相対位置を算出すると共に、自車に対する前記物体の相対速度を算出する物体認識手段と、

前記カーブ曲率演算手段によって求められた前記自車走行路の曲率と前記物体認識手段によって算出された前記物体の相対位置に基づいて、前記物体が自車と同一車線上にいる確率を求める自車線確率算出手段と、

前記自車線確率算出手段によって求められた確率に基づいて、車間距離制御すべき先行車を選択する先行車選択手段と、

前記車速検出手段により検出された自車の速度を調節して、前記先行車選択手段にて選択された先行車との車間距離を制御する車間距離制御手段と、

を備えたことを特徴とする車間距離制御装置。

【請求項17】請求項1～14のいずれかに記載の操舵角中立学習装置の各手段としてコンピュータシステムを機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両における操舵角中立学習装置、カーブ曲率推定装置、車間距離制御装置、および操舵角中立学習装置をコンピュータシステムにて実現するための記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】先行車との車間距離や相対速度を測定して、車間距離を一定に保つ車両用走行制御装置は周知である。このような装置では、先行車までの距離を測定するための先行車検出装置を必ず備えている。この先行車検出装置としては、従来より、レーザレーダ装置が用い

4
られている。しかし、レーザレーダから照射されるレーザビームの方向が固定されていると、カーブ走行中は、自車線上を遠方まで照射することができず、路肩の看板やリフレクタ等に加えて他車線走行している車両を、先行車として検出してしまったことがある。

【0003】これを解決するものとして、レーザビームを所定範囲内で走査するスキャン型レーザレーダが提案されている。更にカーブ検出手段を用いて、スキャン型レーザレーダで検知した障害物が、自車と同一車線上の車両かどうかを判断する先行車判定も提案されている。例えば、特開平4-248489号公報に開示された先行車検出装置では、ステアリング操舵角から算出したカーブ曲率半径Rに基づいて、先行車かどうかを判断している。

【0004】しかしながら、このカーブ曲率半径Rと実際の道路のカーブとの間にずれがあると、簡単に先行車を見失ったり、先行車以外のものを誤って先行車と認識することが有り、実用上問題である。これ以外に、例えば、特開平6-176300号公報に開示された先行車検出装置では、先行車らしさを確率で表す先行車確度という独特の概念を導入して、いる。このような先行車確度という概念をスキャン型にも適用すれば、先行車を簡単に見失うことなく、快適で安全な車間制御ができることが予想される。

【0005】また、この特開平6-176300号公報の先行車検出装置では、スキャン型の先行車検出装置には、まったく適用することはできないことから、新たに自車線確率という概念を導入して、スキャン型にて先行車を適切に選択して車間制御することが可能な車間距離制御装置が提案されている（特開平8-279099号公報）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平8-279099号公報の車間距離制御装置で、自車線確率を求めるための自車の進行路曲線を算出するために、ステアリングセンサにて検出される操舵角を入力としたフィルタ処理と、実操舵角の基準となる操舵角中立位置の学習を行っている。

【0007】すなわち、前記車間距離制御装置では、車速が20km/h以上であれば、ステアリングの操舵量によらず、全ての操舵角データを操舵角の中立位置の学習に利用している。しかし、走行路は、左右カーブが均等に存在する訳ではなく、例えば、右カーブが長時間にわたって頻度高く存在する場合がある。このようなときには、操舵角中立位置が、フィルタ処理により直進状態として得られるはずが、実際には右にずれて演算されることがある。

【0008】このようなずれも、次第に真の操舵角中立位置に収束するのであるが、このような収束は長時間に及ぶことから、短時間の走行では、実際とは異なる操舵

角中立位置で、走行路の曲率や自車線確率が計算されて、精度を欠いてしまうおそれがあった。

【0009】本発明は、従来における操舵角の中立位置制御の前記問題点を解決して、走行開始の早期に正確な操舵角の中立位置を推定して、精度の高い各種制御を可能とする操舵角中立学習装置、カーブ曲率推定装置、車間距離制御装置および操舵角中立学習装置をコンピュータシステムにて実現するための記録媒体の提供を目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段及び発明の効果】本発明の操舵角中立学習装置は、車両直進状態判定手段が、車両旋回検出手段にて検出された車両の旋回が直進状態を示す範囲にあると判定すると、学習手段が、この判定がなされた際における操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角（S：この項では、実施の形態で用いられている関連記号を付すが、この記号により請求の範囲を限定することを意味するものではない。）に基づいて操舵角中立位置（S_c）の学習を行う。このような車両旋回検出手段としては、ヨーレートを検出するセンサや、左右の車輪の速度差を検出し、該速度差に基づいて車両の旋回を検出する装置が挙げられる。

【0011】すなわち、車両旋回検出手段にて、直進状態を示す範囲にある場合のみに、操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角（S）に基づいて操舵角中立位置（S_c）の学習を行うのである。走行開始から長時間、カーブを走行することは通常考えられず、走行初期に直進走行はほぼ間違いなくなされるので、その状態を捉えて、操舵角中立位置（S_c）の学習をすれば、早期に正確な操舵角中立位置（S_c）を得ることができる。

【0012】すなわち、右カーブが長時間にわたって頻度高く存在する場合にも、その内の直進走行範囲に該当する部分でのみ学習するので、操舵角中立位置（S_c）が、右にずれて演算されることはなくなる。したがって、操舵角に基づいて得られる走行路の曲率や自車線確率も高精度となり、精度の高い各種制御が可能となる。

【0013】前記学習手段は、次のような構成が挙げられる。すなわち、暫定操舵角中立位置設定手段が、車両直進状態判定手段にて車両の旋回が直進状態を示す範囲にあると判定された際における操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角（S）を暫定操舵角中立位置（S₀）として設定する。そして、操舵角中立位置学習手段は、この暫定操舵角中立位置（S₀）を用いて、操舵角中立位置（S_c）の学習を行う。具体的には、操舵角中立位置学習手段は、暫定操舵角中立位置（S₀）の近傍に、操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角（S）が存在する際に、操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角（S）と暫定操舵角中立位置（S₀）との差（str_eng）から、操舵角中立位置（S_c）を引いた角度（str_eng-S_c）に基づいて、操舵角中立位置（S_c）を

補正して新たな操舵角中立位置（S_c）を求める。

【0014】このように直進状態の際に得られた暫定操舵角中立位置（S₀）の近傍に、操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角（S）が存在する際に、操舵角中立位置（S_c）を求めて学習しているので、前述した効果が生じる。操舵が直進状態の操舵をしていることを、より一層確実に捉えるためには、例えば、前記操舵角中立位置学習手段は、車両速度を検出する車速検出手段にて検出される車両速度が所定速度より高い場合に、上述した処理を行うようにしても良い。所定速度としては、例えば40 km/hと設定する。これは、40 km/hより小さい速度で走行するような環境、例えば市街地での走行にては、頻繁に操舵が繰り返されているが、40 km/hより高い速度となる郊外や高速道路での走行では、操舵は安定しており、より一層直進状態が判断しやすく、学習する操舵データとしても、より正確なものが得られるからである。

【0015】前記学習手段は、別の構成として次のような構成が挙げられる。すなわち、暫定操舵角中立位置設定手段は、車両直進状態判定手段にて車両の旋回が直進状態を示す範囲にあると判定された際における操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角（S）を暫定操舵角中立位置（S₀）として設定する。そして、操舵角中立位置学習手段は、操舵角中立位置（S_c）の近傍に操舵角検出手段にて検出された操舵角（S）が存在する際に、操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角（S）と暫定操舵角中立位置（S₀）との差（str_eng）から、操舵角中立位置（S_c）を引いた角度（str_eng-S_c）に基づいて、操舵角中立位置（S_c）を補正して

新たな操舵角中立位置（S_c）を求める。

【0016】前述した操舵角中立位置学習手段と異なるのは、操舵角中立位置（S_c）の近傍に操舵角検出手段にて検出された操舵角（S）が存在する際の角度（str_eng-S_c）に基づいて、学習を実行している点である。この場合も、前述した場合と同様に、操舵が直進状態の操舵をしていることを、より一層確実に捉えるために、前記操舵角中立位置学習手段は、車両速度を検出する車速検出手段にて検出される車両速度が所定速度より高い場合に、上述した処理を行うようにしても良い。

【0017】なお、前記操舵角中立位置（S_c）は、初期値として、例えば暫定操舵角中立位置（S₀）を設定する。なお、前記暫定操舵角中立位置設定手段は、車両直進状態判定手段にて車両の旋回が直進状態を示す範囲にあると判定された際における操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角（S）を、暫定操舵角中立位置（S₀）として設定する処理を行っているが、この暫定操舵角中立位置（S₀）の設定処理は、条件成立毎に繰り返し設定する必要はない。

【0018】すなわち、この暫定操舵角中立位置（S₀）はあくまでも暫定的な操舵角中立位置であり、本操

舵角中立学習装置の処理における最初に、一度のみ行う用にしても問題はなく、必要な操舵角中立位置 (S_c) は、以後、学習されて精度高く得られる。

【0019】前記操舵角中立位置学習手段は、更に具体的には、例えば、操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角 (S) と暫定操舵角中立位置 (S_0) との差 (str_{eng}) から、操舵角中立位置 (S_c) を引いた角度 ($str_{eng} - S_c$) の所定割合で、前記操舵角中立位置 (S_c) を補正して新たな操舵角中立位置 (S_c) を求めることにより、操舵角中立位置 (S_c) の学習を行う。

【0020】この所定割合としては、例えば、操舵角中立位置学習手段にて操舵角中立位置 (S_c) の学習が行われる際ににおける、車両速度の高さに応じて、該速度が高ければ高いほど大きくされるように設定される。速度が高ければ、直進性の検出の精度が高いからである。

【0021】また、前記所定割合は、例えば、操舵角中立位置学習手段にて行われる操舵角中立位置 (S_c) の学習回数の多さに応じて、該学習回数が多ければ多いほど小さくされるように設定される。長期の操舵角中立位置変動を加味しつつ、操舵角中立位置 (S_c) を早期に安定化するためである。

【0022】また、前記所定割合は、例えば、学習毎における車両速度の高さに応じて、該速度が高ければ高いほど早期に小さくされるようにしても良い。高ければそれだけ精度の高いデータが得られるので、その後の学習の度合いを小さくした方が、操舵角中立位置 (S_c) を早期に安定化するためである。

【0023】また、車両直進状態判定手段においても、前述した場合と同様に、操舵が直進状態の操舵をしていることを、より一層確実に捉えるために、車両速度を検出する車速検出手段にて検出される車両速度が所定速度より高く、かつ車両旋回検出手段にて検出された車両の旋回が所定角速度より小さい場合に、車両の旋回が直進状態を示す範囲にあると判定するようとしても良い。

【0024】なお、上述した操舵角中立学習装置を用いて、更に、車両速度を検出する車速検出手段と、前記操舵角中立学習装置により得られている操舵角中立位置 (S_c) と、前記操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角 (S) あるいは該操舵角 (S) と前記暫定操舵角中立位置 (S_0) との差 (str_{eng}) と、前記車速検出手段により検出される車両速度 (V_n) とに基づいて、走行路の曲率を演算するカーブ曲率演算手段と、を備えることで、カーブ曲率推定装置を構成することができ、操舵角中立学習装置により精度高い操舵角中立位置 (S_c) が早期に学習されて得られるので、精度の高いカーブ曲率推定を早期に実施することができる。

【0025】また、上述した操舵角中立学習装置を用いて、更に、自車の車両速度を検出する車速検出手段と、前記操舵角中立学習装置により得られている操舵角中立位置 (S_c) と、前記車速検出手段により検出される自

車の車両速度 (V_n) に基づいて、自車の走行路の曲率を演算するカーブ曲率演算手段と、車幅方向の所定角度範囲に送信波あるいはレーザ光をスキャン照射し、物体からの反射波あるいは反射光に基づいて、自車と前方物体との距離をスキャン角度に対応して検出可能な測距手段と、前記測距手段によって検出された距離および対応するスキャン角度に基づいて、自車に対する前記物体の相対位置を算出すると共に、自車に対する前記物体の相対速度を算出する物体認識手段と、前記カーブ曲率演算手段によって求められた前記自車走行路の曲率と前記物体認識手段によって算出された前記物体の相対位置に基づいて、前記物体が自車と同一車線上にいる確率を求める自車線確率算出手段と、前記自車線確率算出手段によって求められた確率に基づいて、車間距離制御すべき先行車を選択する先行車選択手段と、前記車速検出手段により検出された自車の速度を調節して、前記先行車選択手段にて選択された先行車との車間距離を制御する車間距離制御手段と、を備えることで、車間距離制御装置を構成することができ、操舵角中立学習装置により精度高い操舵角中立位置 (S_c) が早期に学習されて得られるので、精度の高い車間距離制御を早期に実施することができる。

【0026】なお、このような操舵角中立学習装置の各手段をコンピュータシステムにて実現する機能は、例えば、コンピュータシステム側で起動するプログラムとして備えることができる。このようなプログラムの場合、例えば、フロッピーディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、ハードディスク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録し、必要に応じてコンピュータシステムにロードして起動することにより用いることができる。この他、ROMやバックアップRAMをコンピュータ読み取り可能な記録媒体として前記プログラムを記録しておき、このROMあるいはバックアップRAMをコンピュータシステムに組み込んで用いても良い。

【0027】カーブ曲率演算手段にて得られる曲率は、広い意味で走行路の曲がり度合いを示すものであり、曲率半径や狭い意味の曲率（曲率半径の逆数）を含むものである。

【0028】

【発明の実施の形態】図1は、上述した発明が適用された操舵角中立学習装置が組み込まれた車間制御用電子制御装置2（以下、「車間制御ECU」と称する。）およびブレーキ電子制御装置4（以下、「ブレーキECU」と称する。）を中心とする自動車に搭載されている各種制御回路の概略構成を表すブロック図である。

【0029】車間制御ECU2は、マイクロコンピュータを中心として構成されている電子回路であり、現車速 (V_n) 信号、操舵角 (str_{eng}, S_0) 信号、ヨーレート信号、目標車間時間信号、ワイヤレスイッチ情報、アイドル制御やブレーキ制御の制御状態信号等をエンジン

電子制御装置6（以下、「エンジンECU」と称す。）から受信する。そして、車間制御ECU2は、この受信したデータに基づいて、操舵角中立学習装置として後述する操舵角中立学習処理により操舵角中立位置を演算したり、カーブ曲率推定装置として後述する処理にてカーブ曲率半径Rを推定したり、車間制御演算をしている。

【0030】レーザレーダセンサ3は、レーザによるスキャニング測距器とマイクロコンピュータを中心として構成されている電子回路であり、スキャニング測距器にて検出した先行車の角度や相対速度等、および車間制御ECU2から受信する現車速(Vn)信号、カーブ曲率半径R等に基づいて、車間距離制御装置の一部の機能として先行車の自車線確率を演算し、相対速度等の情報も含めた先行車情報として車間制御ECU2に送信する。また、レーザレーダセンサ3自身のダイアグノーシス信号も車間制御ECU2に送信する。

【0031】なお、前記スキャニング測距器は、車幅方向の所定角度範囲に送信波あるいはレーザ光をスキャン照射し、物体からの反射波あるいは反射光に基づいて、自車と前方物体との距離をスキャン角度に対応して検出可能な測距手段として機能している。

【0032】更に、車間制御ECU2は、このようにレーザレーダセンサ3から受信した先行車情報に含まれる自車線確率等に基づいて、車間距離制御すべき先行車を決定し、先行車との車間距離を適切に調節すべく、エンジンECU6に、目標加速度信号、フェューエルカット要求信号、ODカット要求信号、3速シフトダウン要求信号、警報要求信号、ダイアグノーシス信号、表示データ信号等を送信している。

【0033】ブレーキECU4は、マイクロコンピュータを中心として構成されている電子回路であり、車両の操舵角を検出する操舵角検出手段としてのステアリングセンサ8、車両旋回検出手段としてヨーレートを検出するヨーレートセンサ10、および各車輪の速度を検出する車輪速センサ12から、操舵角やヨーレートを求めて、これらのデータをエンジンECU6を介して、車間制御ECU2に送信している。またブレーキECU4は、エンジンECU6を介する車間制御ECU2からの警報要求信号に応じて警報ブザー14を鳴動する。

【0034】エンジンECU6は、マイクロコンピュータを中心として構成されている電子回路であり、車両速度を検出する車速検出手段としての車速センサ16、ブレーキの踏み込み有無を検出するブレーキスイッチ18、クルーズコントロールスイッチ20、クルーズメインスイッチ22、およびスロットル開度センサ（図示していない。）、その他のセンサやスイッチ類からの検出信号あるいはボディLAN24を介して受信するワイヤースイッチ情報やテールスイッチ情報を受信し、更に、ブレーキECU4からの操舵角(str-eng, S0)信号

やヨーレート信号、あるいは車間制御ECU2からの目標加速度信号、フェューエルカット要求信号、ODカット要求信号、3速シフトダウン要求信号、警報要求信号、ダイアグノーシス信号、表示データ信号等を受信している。

【0035】そして、エンジンECU6は、この受信した信号から判断する運転状態に応じて、スロットル駆動器やブレーキ駆動器（図示していない。）等を駆動している。また、必要な表示情報を、ボディLAN24を介して、LCD等の表示装置（図示していない。）に送信して表示させたり、あるいは、現車速(Vn)信号、操舵角(str-eng, S0)信号、ヨーレート信号、目標車間時間信号、ワイバスイッチ情報信号、アイドル制御やブレーキ制御の制御状態信号を、車間制御ECU2に送信している。

【0036】ステアリングセンサ8は、図2(a)に示すごとくのフォトインタラプタ式のセンサであり、金属円板32と回転検出回路34とから構成されている。金属円板32は、図2(b)の平面図に示すごとくスリット32aを環状に多数配列しており、回転検出回路34に備えられた2つのレーザダイオード34a, 34bから出力される光が金属円板32のスリット32aを通過すると、その光を2つのフォトトランジスタ34c, 34dでそれぞれ受光し、その受光のオン/オフ状態が、検出回路34eにて端子の電圧出力信号SS1, SS2に変換されて出力される。VINは電源ライン、GNDは接地ラインである。

【0037】金属円板32は、図示していない自動車のハンドル軸に設けられているため、ハンドル軸の回転、すなわち操舵に応じて、2つの端子の出力信号SS1, SS2が図3に示すごとく出力される。2つのレーザダイオード34a, 34bとスリット32aの配列との関係により、金属円板32が左回転する（ハンドルが左に切られる）と出力信号SS1の立ち下がりタイミングから出力信号SS2の立ち下がりタイミングまでの時間が、出力信号SS2の立ち下がりタイミングから出力信号SS1の立ち下がりタイミングまでの時間よりも短くなる。また、金属円板32が右回転する（ハンドルが右に切られる）と出力信号SS1の立ち下がりタイミングから出力信号SS2の立ち下がりタイミングまでの時間が、出力信号SS2の立ち下がりタイミングから出力信号SS1の立ち下がりタイミングまでの時間よりも長くなる。このことから、操舵の方向が判明する。更に、出力信号SS1, SS2の立ち下がりあるいは立ち上がりのカウントにより操舵角度が判明する。なお、左回転における出力信号SS1の立ち下がりから出力信号SS2の立ち下がりまでの操舵角度、または右回転における出力信号SS2の立ち下がりから出力信号SS1の立ち下がりまでの操舵角度は1.125degである。したがって、ステアリングセンサ8のパルス信号で直接得られ

11

る操舵角の測定精度は、1. 125 degまでである。しかし、後述する操舵角中立位置学習制御で得られる操舵角中立位置S_cは、1. 125 degよりも高い精度で推定できる。

【0038】次に、図4のフローチャートに示す、ブレーキECU4の処理の一部として行われる操舵角演算処理を説明する。この操舵角演算処理は、車両直進状態判定手段（ステップS120, S130）および暫定操舵角中立位置設定手段（ステップS110, S140）としての処理に該当する。

【0039】まず、暫定操舵角中立位置S₀が未設定であるか否かが判定される（S110）。イグニッションがオンされて電源が供給され、ブレーキECU4に立ち上がった際には、暫定操舵角中立位置S₀は未設定である（S110で「YES」）、次にエンジンECU6を介して車速センサ16から得られる現車速V_nが所定速度、ここでは30 km/hより高いか否かが判定される（S120）。現車速V_nが30 km/hより高ければ（S120で「YES」）、ヨーレートセンサ10から得られるヨーレートの絶対値が1 deg/sよりも小さいか否かが判定される（S130）。

【0040】ステップS120, S130は、車両の旋回が直進状態を示す範囲にあるか否かを判定する処理であり、このステップS120, S130のいずれか一つでも満足されなければ（S120で「NO」またはS130で「NO」）、本操舵角演算処理では何もなされずに処理を終了する。

【0041】車両が走行を開始して、車速が30 km/*

S

 $\leftarrow S + S_d \times 1.125 \text{ (deg)}$

こうして求められた測定操舵角str_engは、図示していない送信処理により、ヨーレート、その他のデータと共に、ブレーキECU4からエンジンECU6へ送信される。

【0046】エンジンECU6は、これらのデータの送信を仲介し、他のデータと共に、測定操舵角str_engを車間制御ECU2に送信する。次に、車間制御ECU2により実行される処理の一部である操舵角中立位置学習制御処理について説明する。操舵角中立位置学習制御処理のフローチャートを図6に示す。

【0047】まず、測定操舵角str_engをエンジンECU6より受信したか否かが判定される（S220）。測定操舵角str_engが受信されていなければ（S220で「NO」）、本操舵角中立位置学習制御処理では何もなされない。測定操舵角str_engが受信されると（S220で「YES」）、次に現車速V_nが40 km/h以上※

Cv(n)

 $\leftarrow Cv(n-1) + \alpha \cdots [\text{式3}]$

ここで、nは、現在の処理を表し、n-1は前回の処理を表している。なお、学習度合いカウンタCvの初期値Cv(0)=0である。

【0050】また、増加値αは、図7に示すごとくであ

12

* hを越え、かつ一時的にでもヨーレートの絶対値が1 deg/sより小さくなるような直進走行を行った場合には（S120で「YES」、かつ、S130で「YES」）、この時の操舵角Sを暫定操舵角中立位置S₀として設定する（S140）。

【0042】そして、次に制御に用いるための操舵角Sの測定が開始され（S150）、この測定された操舵角SとステップS140にて設定された暫定操舵角中立位置S₀とから次式のごとく計算して、測定操舵角str_eng（操舵角Sと暫定操舵角中立位置S₀との差、すなわち、暫定操舵角中立位置S₀を原点とする操舵角）を求める（S160）。

【0043】

【数1】

str_eng $\leftarrow S - S_0 \cdots [\text{式1}]$

これ以後は、暫定操舵角中立位置S₀が設定されたので、ステップS110では「NO」と判定されて、本操舵角演算処理ではステップS150, S160のみが行われて、操舵角Sの測定処理（S150）と、測定操舵角str_engの更新処理（S160）とが繰り返される。すなわち、ステップS140の暫定操舵角中立位置S₀設定は、最初に一度のみ行われる。

【0044】ここで、操舵角Sの測定は、図5に示す関係により、出力信号SS1, SS2の変化がある毎にSdを求めて、次式のごとく算出される。

【0045】

【数2】

1. 125 (deg) … [式2]

30※か否かが判定される（S230）。現車速V_nが40 km/h以上であれば（S230で「YES」）、次に測定操舵角str_engの絶対値が、6. 75 deg以下か否かが判定される（S240）。

【0048】ステップS230, S240のいずれか一つでも満足されなければ（S230で「NO」またはS240で「NO」）、本操舵角中立位置学習処理では何もなされずに処理を終了する。車速が40 km/h以上となり、かつその時の測定操舵角str_engの絶対値が6. 75 deg以下となるような直進走行を行っていた場合、言い換えると、暫定操舵角中立位置S₀の近傍に操舵角Sが存在する際には（S230で「YES」、かつS240で「YES」）、次に、学習度合いカウンタCvの演算が次式のごとくなされる（S250）。

【0049】

【数3】

Cv(n) $\leftarrow Cv(n-1) + \alpha \cdots [\text{式3}]$

る。図7では、現車速V_nが高いほど増加値αは大きく設定されている。すなわち、現車速V_nが高いほど学習度合いカウンタCvの増加は速くなる。ただし、学習度合いカウンタCvは値16384を上限としている。

【0051】次に車間制御ECU2が立ち上がって最初にステップS230およびステップS240の条件が成立したか否かが判定される(S260)。最初であれば(S260で「YES」)、学習対象の操舵角中立位置Scに初期値として、暫定操舵角中立位置S0が設定される(S270)。これ以後の処理では、ステップS260にて「NO」と判定されるので、操舵角中立位置Sc*

$$Sc(n) \leftarrow Sc(n-1) + \{str_eng - Sc(n-1)\} \times \alpha / Cv(n)$$

… [式4]

n, n-1, α については前述したことである。

【0054】すなわち、式4の学習演算においては、測定操舵角str_engから、操舵角中立位置Sc(n-1)を引いた角度{str_eng - Sc(n-1)}に基づいて、操舵角中立位置Sc(n-1)を補正して新たな操舵角中立位置Sc(n)を求めることにより、操舵角中立位置Scの学習を行っている。

【0055】角度{str_eng - Sc(n-1)}は、そのままではなく、角度{str_eng - Sc(n-1)}の所定割合 $\alpha/Cv(n)$ が操舵角中立位置Sc(n-1)に加えられることにより操舵角中立位置Sc(n-1)が補正されて、新たな操舵角中立位置Sc(n)が形成されている。

【0056】以後、測定操舵角str_engが得られる毎に、ステップS230, S240の条件が共に成立すれば、ステップS250, S290の処理が実行されて、操舵角中立位置Scが学習されて行く。すなわち、ブレーキECU4が実行する操舵角演算処理(図4)にて、車両の旋回が直進状態を示す範囲にあると判定された際における、ステアリングセンサ8にて検出された車両の操舵角Sを暫定操舵角中立位置S0として設定する。そして、車間制御ECU2が実行する操舵角中立位置学習処理(図6)にて、この暫定操舵角中立位置S0を用いて、操舵角中立位置Scの学習を行う。

【0057】具体的には、操舵角中立位置学習処理(図6)では、暫定操舵角中立位置S0の近傍に、ステアリングセンサ8にて検出された車両の操舵角Sが存在する際に、ステアリングセンサ8にて検出された車両の操舵角Sと暫定操舵角中立位置S0との差(測定操舵角str_eng)から、操舵角中立位置Scを引いた角度(str_eng - Sc)に基づいて、操舵角中立位置Scを補正して新たな操舵角中立位置Scを求める。

【0058】このように直進状態の際に得られた暫定操舵角中立位置S0の近傍に、ステアリングセンサ8にて検出された車両の操舵角Sが存在するときのみに、操舵角中立位置Scを学習しているので、早期に正確な操舵角中立位置Scを得ることができる。例えば、右カーブが長時間にわたって頻度高く存在する場合にも、その内の直進走行範囲に該当する部分でのみ学習するので、操舵角中立位置Scが、右にずれて演算されることなくなる。したがって、操舵角に基づいて得られる走行路の

* cの初期化(S270)は実行されない。

【0052】ステップS270またはステップS260の後に、操舵角中立位置Scの学習演算が次式のごとく行われる(S290)。

【0053】

【数4】

- 10 曲率や自車線確率も早期に高精度データが得られ、早期に精度の高い各種制御が可能となる。
- 20 【0059】更に、本実施の形態では、操舵が直進状態の操舵をしていることを、より一層確実に捉えるために、操舵角中立位置学習処理(図6)にては、単に測定操舵角str_engが所定角度以下である条件(S240)のみでなく、更に車速センサ16にて検出される車速が所定速度(40km/h)以上という条件(S230)が満足された場合に、学習演算(S290)を実行している。
- 30 【0060】すなわち、市街地での走行は、40km/h未満の走行となり易く、頻繁に操舵が繰り返されているが、このような状態では正確な直進状態の判断が困難であるので学習していない。一方、学習している40km/hより高い速度となる郊外や高速道路での走行では、操舵は安定しているので、直進状態の判断が容易であり、学習する操舵データとしても一層正確なものが得られる。したがって、より正確な操舵角中立位置学習が無駄なく早期にできる。
- 40 【0061】本実施の形態の操舵角演算処理(図4)および操舵角中立位置学習処理(図6)により学習して得られる操舵角中立位置Scの測定結果を、従来技術と比較して図8および図9に示す。図8は、イグニッションオンから車速を80km/hまで加速した時の操舵角中立位置Scの推移を示している。イグニッションオン時のステアリング位置を操舵角初期値として、0degとする。このとき運転者は車速の増加と共に直進状態に入ろうとして操舵を行っている。図8では、操舵の初期値が20deg左にずれていって、発進から約20秒後に直進状態に入ったと推測できる。
- 50 【0062】従来技術の操舵角中立位置学習処理では、操舵状態によっては、学習禁止状態に入る。これは、急操舵時のデータを学習に使用することによる学習精度の低下を防止するためである。この学習禁止状態は、図8中の学習禁止カウンタで示している。このカウンタが最小値(0)である時のみ操舵角中立位置学習を実行する。
- 50 【0063】この図8より以下のことが分かる。本実施の形態では、車両の進行状態をヨーレートにて推測し、いち早く直進状態を推定し、推定した直後から操舵角中立位置学習を実行できる(図8中では、22秒付近)。

【0064】一方、従来技術では、直進状態に入る前の操舵状態によっては、学習禁止状態に入り、カウンタ演算により、学習禁止状態が解除されるまで、中立学習の開始が遅れる(図8中では、27秒付近)。このように、従来技術では、直進状態を把握していないことから学習禁止カウンタを必要とするため図示するような演算遅れが発生することがある。

【0065】図9は、操舵角中立位置学習により安定して操舵角が推測される状態までの操舵角中立位置S_cの推移を示している。この図より以下のことが分かる。従来技術は、直進状態が分からぬため、学習禁止状態にならない限り、操舵角データをすべて操舵角中立位置学習に利用する。従って、運転の経路によっては、右曲が多い場合は、必然的に学習結果も偏ってしまう。これを解消するには更に長時間の学習が必要となり、早期に正確な操舵角中立位置S_cを得ることが出来ないので、操舵角を用いた精度の高い制御をすることがなかなかできない。

【0066】一方、本実施の形態は、直進状態をヨーレートから推定するため、操舵角中立位置S_cを、学習に*20

$$\text{str_filterer}(n) \leftarrow (176/256) \times \text{str_filterer}(n-1) + (80/256) \times \text{str}(n) \quad \cdots \quad [\text{式 } 6]$$

そして、この推定操舵角str_filtererにて、次のとく走行路のカーブ曲率半径Rを演算する。

【0070】(1) V_n ≥ 80 km/hの時 ※

$$R \leftarrow K_r \times (1 + 1.69 \times 10^{-4} \times V_n^2 - 3.86 \times 10^{-8} \times V_n^3) / \text{str_filterer} \quad \cdots \quad [\text{式 } 7]$$

(2) V_n < 80 km/hの時

【0072】

$$R \leftarrow K_r \times (1 + 1.20 \times 10^{-4} \times V_n^2 + 5.79 \times 10^{-7} \times V_n^3) / \text{str_filterer} \quad \cdots \quad [\text{式 } 8]$$

ここでは、「^」は「^」の前の数値を「^」の後の数値の回数、累乗することを意味し、本明細書の他の部分でも同じである。また、K_rはカーブ半径定数(例えば、値2100)である。

【0073】このように演算したカーブ曲率半径Rを車間制御ECU2はレーザレーダセンサ3へ送信している。次に、レーザレーダセンサ3にて行われる処理と車間制御ECU2にて行われる処理について説明する。

【0074】図10は、車間制御全体の処理を示す。この内、ステップS1000～ステップS5000の先行車検出処理は、レーザレーダセンサ3にて行われる処理であり、ステップS6000～ステップS9000の車間制御処理は車間制御ECU2にて行われる処理である。

【0075】処理が開始されると、まず、レーザレーダセンサ3に備えられたキャニング測距器による距離・角度の計測データが読み込まれる(S1000)。次に前方障害物の認識処理がなされる(S2000)。この前方障害物の認識処理は、現車速V_nと前方の物体がス

*好ましい範囲に限定することが可能であり、その限定された範囲のデータのみを操舵角中立位置学習に利用するため、偏った経路による操舵角中立位置学習の悪影響はない。従って、正確な操舵角中立位置S_cに、いち早く絞り込み可能であり収束も早い。

【0067】車間制御ECU2では、上述のごとく学習した操舵角中立位置S_cと測定操舵角str_engとを用いて、カーブ曲率演算手段としての処理を行っている。このカーブ曲率演算手段としての処理は、例えば、まず次式のごとく推定操舵角strを求める。

【0068】

【数5】

$$\text{str} \leftarrow \text{str_eng} - S_c \quad \cdots \quad [\text{式 } 5]$$

実際にはこの推定操舵角strを、次式のごとく、カットオフ周波数1.24Hzの1次ローパスフィルタにてなまし処理し、なまし処理後の推定操舵角str_filtererを用いる。

【0069】

【数6】

※【0071】

【数7】

★【数8】

キャニングされた結果に基づいて前方の物体の認識種別、物体幅W、物体の中心位置XY座標および相対速度V_rが求められる。認識種別は、例えば、自車が走行しているにもかかわらず物体の相対位置がほとんど移動していない場合は移動物と認識できる。また次第に遠ざかる物体も移動物と認識できる。また物体の相対位置が自車に対して現車速V_nと同じ速度(絶対値)で近づく場合は停止物と認識できる。それ以外のもの、例えば現れてから認識できるほどの時間が経過していない物体等は、不明物として認識している。尚、この前方障害物の認識処理自体は当業者には良く知られた内容である。

【0076】次に図11に示す自車線確率算出処理(S4000)に移る。自車線確率算出処理(S4000)では、まず瞬時自車線確率算出が行われる(S4010)。瞬時自車線確率算出では、まず、前方障害物の認識処理(S2000)にて得られたすべての物体の中心位置・物体幅データ(X₀, Y₀, W₀)を、直進路に変換する。すなわち、車間制御ECU2から受信したカーブ曲率半径Rに基づいて、そのカーブを直進路にした場

合の物体の座標を求める。その変換は次のような式9～
11により座標変換することによりなされる。

$$\begin{aligned} X &\leftarrow X_0 - (Y_0^2 / 2R) & \cdots & [\text{式 } 9] \\ Y &\leftarrow Y_0 & \cdots & [\text{式 } 10] \\ W &\leftarrow W_0 & \cdots & [\text{式 } 11] \end{aligned}$$

すなわち、ここでは実質的にはX座標のみ変換している。

【0078】このようにして、直進路に変換して得られた中心位置・物体幅データ(X, Y, W)を、図12に示す自車線確率マップ上に配置して、各物体の瞬時自車線確率、すなわち、その時点で自車線に存在する確率を求める。確率として存在するのは、車間制御ECU2が操舵角から求めたカーブ曲率半径Rと実際のカーブ曲率半径との間に誤差が存在するからであり、その誤差を考慮した制御をするために、ここで各物体の瞬時自車線確率を求める。

【0079】図12において、横軸はX軸、すなわち自車の左右方向であり、縦軸はY軸、すなわち自車の前方を示している。本実施の形態では、左右5m、前方10m

$$\begin{aligned} L_a &: X=0.7+(1.75-0.7) \cdot (Y/100)^2 & \cdots & [\text{式 } 12] \\ L_b &: X=0.7+(3.5-0.7) \cdot (Y/100)^2 & \cdots & [\text{式 } 13] \\ L_c &: X=1.0+(5.0-1.0) \cdot (Y/100)^2 & \cdots & [\text{式 } 14] \\ L_d &: X=1.5 \cdot (1-Y/60) & \cdots & [\text{式 } 15] \end{aligned}$$

これを一般式で表すと次式16～19のようになる。

【0082】

$$\begin{aligned} L_a &: X=A1+B1 \cdot (Y/C1)^2 & \cdots & [\text{式 } 16] \\ L_b &: X=A2+B2 \cdot (Y/C2)^2 & \cdots & [\text{式 } 17] \\ L_c &: X=A3+B3 \cdot (Y/C3)^2 & \cdots & [\text{式 } 18] \\ L_d &: X=A4 \cdot (B4-Y/C4) & \cdots & [\text{式 } 19] \end{aligned}$$

この式16～19から一般的には、次の式20～22を満足せざるよう領域を設定する。実際の数値の決定は、実験にて決定する。

$$\begin{aligned} A1 \leq A2 \leq A3 < A4 & \cdots & [\text{式 } 20] \\ B1 \leq B2 \leq B3 \text{ および } B4 = 1 & \cdots & [\text{式 } 21] \\ C1 = C2 = C3 \text{ (C4に制約無し)} & \cdots & [\text{式 } 22] \end{aligned}$$

尚、図12の境界線L_a、L_b、L_c、L_{a'}、L_{b'}、L_{c'}は、計算処理速度の点から、放物線としているが、処理速度が許すならば、円弧にて表す方が良い。境界線L_d、L_{d'}についても処理速度が許すならば外側に膨らんだ放物線または円弧にて表す方が良い。

【0084】(6) 各物体は、次のようにして、その瞬時自車線確率P₀が決定される。

①領域dを少しでも有する物体 → P₀=100%

②領域a内に中心が存在する物体 → P₀= 80%

③領域b内に中心が存在する物体 → P₀= 60% ◆

$$\begin{aligned} P &\leftarrow P \times 0.8 + P_0 \times 0.2 & (\text{ただし } P < 90\%) & \cdots & [\text{式 } 23] \\ P &\leftarrow P \times 0.7 + P_0 \times 0.3 & (\text{ただし } P \geq 90\%) & \cdots & [\text{式 } 24] \end{aligned}$$

90%以上瞬時の自車線確率への追随性が高いのは、特に自車の前方への割込車両があった場合に、迅速に対処できるようにするためである。

※ 0mまでの領域を示している。ここで領域a（自車線確率80%）、領域b（自車線確率60%）、領域c（自車線確率30%）、領域d（自車線確率100%）、それ以外の領域（自車線確率0%）に別れている。この領域の設定は、実測により定めたものである。特に、領域dは自車直前への割込も考慮することにより設定された領域である。

【0080】領域a, b, c, dを区切る境界線L_a、L_b、L_c、L_dは、例えば次の式12～15で与えられるものである。尚、境界線L_{a'}、L_{b'}、L_{c'}、L_{d'}は、それぞれ境界線L_a、L_b、L_c、L_dとはY軸で対称の関係にある。

【0081】

【数10】

★ 【数11】

★

◆ ④領域c内に中心が存在する物体 → P₀= 30%
 ⑤上記①～④を満たさない物体 → P₀= 0%
 次に、このようにして得られた各物体の瞬時自車線確率P₀を次の式23, 24により時間平均して自車線確率Pを求める。すなわちフィルタ処理を行う(S4020)。ただし、自車線確率Pの初期値は「0%」である。

【0085】

【数13】

$$\begin{aligned} &(\text{ただし } P < 90\%) & \cdots & [\text{式 } 23] \\ &(\text{ただし } P \geq 90\%) & \cdots & [\text{式 } 24] \end{aligned}$$

【0086】次に、上記自車線確率にリミットを設け、最終的な自車線確率Pを決定する(S4030)。
 50 (7) そのリミットは次のように設定される。①認識種

19

別が移動物の場合、前記式23または前記式24で算出されたままの自車線確率Pとする。

【0087】②認識種別が停止物の場合、次の(a)～(e)いずれかの条件を満足すれば、自車線確率Pの最大値を20%とする。

- (a) $Y_0 > 40\text{m}$ かつ $W_0 < 1.4\text{m}$
- (b) $Y_0 > 30\text{m}$ かつ $W_0 < 1.2\text{m}$
- (c) $Y_0 > 20\text{m}$ かつ $W_0 < 1.0\text{m}$
- (d) 認識されてから1秒未満のもの(スキャン5回に満たないもの)
- (e) 他の移動物の中に、自車線確率P $\geq 50\%$ であって

- (a) $|R| < 500\text{m}$ のとき、自車線確率P $> 30\%$
- (b) $500\text{m} \leq |R| < 1000\text{m}$ のとき、自車線確率P $> 40\%$
- (c) $1000\text{m} \leq |R|$ のとき、自車線確率P $> 50\%$

このように、カーブ曲率半径Rの絶対値が小さいほど抽出条件が緩い(自車線確率Pが小さいものも抽出される)のはカーブ曲率半径Rの絶対値が小さいほど先行車を見つけていくからである。

【0090】①上記①にて複数の移動物が抽出された場合は、(それらの移動物の内の最大の自車線確率P-15%)以上の自車線確率Pを有する移動物、または自車線確率P $\geq 70\%$ の移動物のいずれかに該当する移動物の内で、 Y_0 が最小の移動物を走行中の先行車として抽出する。上記①にて抽出されなかったら走行中の先行車は無しとする。

【0091】[停止物の場合] (S5020)

①自車線確率P $\geq 70\%$ の停止物の中で Y_0 が最小の停止物を停止中の先行車として抽出する。抽出されなければ、停止中の先行車は無しとする。停止物の場合は、路側物を先行車として判断しないために基準が移動物より厳しくされている。

【0092】[総合判断] (S5030)

上記[移動物の場合] (S5010)および[停止物の場合] (S5020)の抽出結果から、次のように先行車を選択する。

①走行中の先行車も停止中の先行車もいずれも存在しない場合は、先行車無しとする。

【0093】②走行中の先行車および停止中の先行車のいずれか一方が存在する場合、それを先行車とする。

③走行中の先行車および停止中の先行車のいずれも存在する場合、 Y_0 が小さい方を先行車とする。

【0094】(尚、上述のごとく先行車を判断した場合に、先行車を見失つてもあるいは見誤つても、毎回複数の検出物体から一番確からしい物体を先行車として選択するので一瞬の間違いで済む。)

※

$$TH \leftarrow TH +$$

ただし、次のステップS6070, S6080の処理により目標車間時間THの上限は3.3秒とされる。

【0099】一方、タップアップ操作がなされていれば、ステップS6040にて肯定判定されて、次の式2

20

*て、自身よりも長く認識されている物体が存在する。

【0088】以上のようにして、ステップS4000にて各物体の自車線確率が求められる。次に、この物体の内から、先行車が選択される(S5000)。この先行車選択処理(S5000)を図13に示す。まず、移動物と停止物とに分けて、移動物から走行中の先行車を1台抽出し(S5010)、次に停止物から停止中の先行車を1台抽出する(S5020)。

【0089】[移動物の場合] (S5010)

- 10 ①次の条件を満たす移動物で自車線確率Pが最大のものを抽出する。

(a) 自車線確率P $> 30\%$

(b) 自車線確率P $> 40\%$

自車線確率P $> 50\%$

*こうして先行車検出処理(S1000～S5000)が終了する。このようにして演算された先行車の自車線確率を含む先行車情報を、レーザレーダセンサ3は、車間制御ECU2に送信する。車間制御ECU2では、この先行車情報を受信して、車間制御処理(S6000～S9000)を実行する。

【0095】車間制御処理の最初に、図14のフローチャートに示す目標車間算出処理が実行される(S6000)。まず、イニシャル中か否かが判定される(S6010)。イニシャル中とは、電源オンした後に本処理が最初に実行されたタイミングを意味する。

【0096】最初は、ステップS6010にて肯定判定されて、目標車間時間THとして初期値T0が設定される(S6020)。この初期値T0としては、例えば「2.5秒」が設定される。ステップS6010にて否定判定された場合に、あるいはステップS6020の処理後に、タップダウン操作が有ったか否かが判定される(S6030)。更にステップS6030にて否定判定された場合には、タップアップ操作が有ったか否かが判定される(S6040)。

【0097】タップダウン操作とは、ドライバーによるクルーズコントロールスイッチ20内のタップスイッチの操作により、車間を大きくする操作である。タップアップ操作とは逆にタップスイッチの操作により、車間を小さくする操作である。タップダウン操作がなされれば、ステップS6030にて肯定判定されて、次の式25のごとく、目標車間時間THの増加処理がなされる(S6060)。

【0098】

【数14】

$$0.18\text{秒} \cdots [\text{式25}]$$

6のごとく、目標車間時間THの減少処理がなされる(S6090)。

【0100】

【数15】

50

21

$$TH \leftarrow TH - 0.18\text{秒} \quad \dots \quad [\text{式26}]$$

ただし、次のステップS6100, S6110の処理により目標車間時間THの下限は0.7秒とされる。

【0101】こうして、目標車間時間THが設定されると、次に、その目標車間時間THが、次の式27のこと*

$$Dt \leftarrow TH \times Vn \quad \dots \quad [\text{式27}]$$

次に、図15のフローチャートに示す加減速率算出処理(S7000)が実行される。

【0103】まず、コースト中か否かが判定され(S7010)、コースト中でなければアクセル中か否かが判定され(S7020)、先行車認識中か否かが判定される(S7030)。ここで、コーストとは、定速走行制御中にクルーズコントロールスイッチ20内のセットスイッチが押されたとき、減速制御し、その後、セットスイッチが放されたときの現車速Vnを目標速度Vmとして定速走行制御に移行するものであり、コースト中とはこの減速制御の期間を意味する。アクセルとは、定速走行制御中に定速走行制御中にクルーズコントロールスイッチ20内のリジュームスイッチが押されたとき、増速制御し、その後、リジュームスイッチが放された時の現車速Vnを目標速度Vmとして定速走行制御に移行するものであり、アクセル中とはこの増速制御の期間を意味する。

※

$$De \leftarrow D - Dt \quad \dots \quad [\text{式28}]$$

②次にこの車間偏差Deと相対速度Vrから、図16に示したマップのデータを補間して、基本加減速率MDV(km/h/s)を求める。尚、ヒステリシスのために、車間偏差Deおよび相対速度Vrのそれぞれの境界部分に、車間偏差Deについては2mの不感帯を設け、相対速度Vrについては1km/hの不感帯を設けている。また、このマップの領域を越える場合は、最も近い領域の値を設定する。尚、図16では、車間偏差Deがマイナスでも、先行車の速度が高くて次第に離れて行く場合(Vr>0)には、増速(基本加減速率MDV>0)である。これは車間距離がつまっていても、先行車★

$$At \leftarrow MDV \times KMDV / 100 \quad \dots \quad [\text{式29}]$$

また、ステップS7030にて否定判定された場合、アクセル終了後5秒以内である場合には、ステップS7070にて肯定判定されてステップS7090にて加減速率Atを「2.6 km/h/s」に設定し、アクセル終了後5秒以内でなければ、ステップS7070にて否定判定されてステップS7080にて加減速率Atを「1.3 km/h/s」に設定する。

【0110】ここで、ステップS7070にて肯定判定された場合に、加減速率Atが2.6 km/h/sとなるのは、ドライバーの意志をできるだけ尊重するとい★

$$Vm \leftarrow Vm + At \times dt \quad \dots \quad [\text{式30}]$$

ここで、dtはステップS8010の処理の時間間隔を表し、本実施の形態では「0.2秒」である。

【0113】次に、ステップS8010にて求められた

22

*く、現車速Vnにより目標車間距離Dtに換算される(S6050)。

【0102】

【数16】

$$Vm \leftarrow Vm + At \times dt \quad \dots \quad [\text{式30}]$$

※【0104】したがって、コースト中であれば、ステップS7010にて肯定判定されて、加減速率Atに「-2.6 km/h/s」が設定され(S7100)、アクセル中であれば、ステップS7020にて肯定判定されて、加減速率Atに「2.6 km/h/s」が設定される(S7090)。

【0105】またコースト中でもアクセル中でもないときに、先行車認識中、すなわち、ステップS5000にて先行車が選択されている場合には、ステップS7030にて肯定判定されて、基本加減速率算出処理(S7040)が実行される。(8)基本加減速率算出処理(S7040)は次のようになされる。

【0106】①車間偏差Deを、次の式28のごとく、先行車との車間D(=Y)およびステップS6050にて得られた目標車間距離Dtとから算出する。

【0107】

【数17】

$$Vm \leftarrow Vm + At \times dt \quad \dots \quad [\text{式30}]$$

★が遠ざかっていけば、自車がわざわざ減速する必要はないからであり、減速するとドライバーにとって不要な減速と感じられるからである。

【0108】次に上記基本加減速率MDVを距離により補正するため、補正係数KMDVを、図17に示す車間Dとの関係から求める(S7050)。これは遠方の先行車に過敏な反応をしないようにするためである。次に、式29のごとく加減速率Atを求める(S7060)。

【0109】

【数18】

$$Vm \leftarrow Vm + At \times dt \quad \dots \quad [\text{式30}]$$

★う意図から、ドライバーが加速したいという意志を表したときは、これを優先する制御にしているためである。

【0111】こうして、加減速率算出処理(S7000)が終了し、次に目標車速算出処理(S8000)が行われる。目標車速算出処理(S8000)は、図18に示すことく実施され、まず、目標車速Vmが次の式30のごとく算出される(S8010)。

【0112】

【数19】

$$Vm \leftarrow Vm + At \times dt \quad \dots \quad [\text{式30}]$$

目標車速Vmに次のような限界が設けられる(S8020)。①Vm>Vn+2km/hで、かつAt<0のときは、次の式31のごとく目標車速Vmを設定する。

【0114】

$$V_m \leftarrow V_n + 2 \text{ km/h} \quad \dots \quad [\text{式31}]$$

② $V_m < V_n - 2 \text{ km/h}$ で、かつ $A_t > 0$ のときは、
次の式32のごとく目標車速 V_m を設定する。 ※ 【数21】

$$V_m \leftarrow V_n - 2 \text{ km/h} \quad \dots \quad [\text{式32}]$$

③ 上記①②の制限とともに、更に目標車速 V_m に次のように制限する。

【0116】すなわち、

(a) 目標車速 V_m はドライバーにより設定されている
定速走行制御用の設定車速 V_s 以上とはしない。ただし★10

$$V_n - 8 \text{ km/h} \leq V_m \leq V_n + 3.5 \text{ km/h} \quad \dots \quad [\text{式33}]$$

こうして、先行車が認識されている場合の目標車速 V_m が設定される。

【0118】目標車速 V_m が決定した後に、スロットル全閉条件が成立しているか否かが判定され (S8030)、成立していないければスロットル全閉解除条件が成立しているか否かが判定される (S8050)。スロットル全閉条件とは、現車速 V_n が目標車速 V_m より上がりすぎた場合に、迅速に減速させる処理を開始させるための条件であり、次の式34に示す。またスロットル全閉解除条件とは、その減速処理を停止させるための条件であり、次の式35に示す。

【0119】

【数23】

$$V_m < V_n - 3 \text{ km/h} \quad \dots \quad [\text{式34}]$$

$$V_m \geq V_n - 2 \text{ km/h} \quad \dots \quad [\text{式35}]$$

ステップ S8030 の条件が満足されれば、スロットル全閉制御 (S8040) が行われる。またステップ S8050 の条件が満足されれば、スロットル全閉制御の解除処理 (S8060) が行われる。

【0120】スロットル全閉制御とは、内燃機関のスロットルバルブの開度を制御しているモータの回転速度を決定するデューティを、スロットルバルブが閉じる方向に最大のデューティ出力 (最高速) として減速制御することを意味する。このようにして、目標車速算出処理 (S8000) が終了すると、従来から知られている定速車速制御と同様にして、ステップ S8000 で求められた目標速度 V_m を目標とした車速制御が行われる (S9000)。

【0121】本車間制御処理は、上述のごとく構成されているため、カーブ曲率半径 R に基づいて直進路に変換した前方物体個々の座標を、予め設定してある直進路の自車線確率マップに当てはめて個々の物体の自車線確率を求め、その自車線確率の状態から先行車を決定し、その先行車との位置関係等に基づいて自車の速度を調節して、車間距離を制御できる。

【0122】そして、この車間制御処理において、レーザレーダセンサ3では、車間制御 ECU2 にて早期に精度高く得られた操舵角中立位置 S_c に基づいて推定されたカーブ曲率半径 R のデータを用いることで、スキャニ

* * 【数20】

$$V_m \leftarrow V_n + 2 \text{ km/h} \quad \dots \quad [\text{式31}]$$

※ 【0115】

※ 【数21】

$$V_m \leftarrow V_n - 2 \text{ km/h} \quad \dots \quad [\text{式32}]$$

★ アクセル中は除く。

(b) 目標車速 V_m は、次の式33を満足するものとする。

【0117】

【数22】

シングル距離器にて先行車を適切に選択することができる。
したがって、車間制御 ECU2 では、その先行車に対して精度の高い車間距離制御することができる。

【0123】【その他】図6に示した操舵角中立位置学習処理では、測定操舵角 str_eng の絶対値が 6.75 deg 以下であること (S240 で「YES」) が、学習を実行するための1つの条件とされていた。これは暫定操舵角中立位置 S_0 の近傍に、操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角 S が存在する条件を判定するものである。

【0124】このステップ S240 の条件の替わりに、操舵角検出手段にて検出された車両の操舵角 S と暫定操舵角中立位置 S_0 との差 (str_eng - S_c) の絶対値が、6.75 deg 以下であることを条件としても良い。これは、操舵角中立位置 S_c の近傍に操舵角検出手段にて検出された操舵角 S が存在する条件を判断するものであり、前述した実施の形態と同様に、早期に精度の高い操舵角中立位置 S_c を得ることができる。

【0125】前記実施の形態では、車両旋回検出手段としてヨーレートセンサ10を用いたが、ヨーレートセンサ10の代わりに、車輪速センサ12にて、左右輪の回転速度の差を求めて、その左右輪の回転速度差そのもので、ヨーレートの大きさを判定しても良い。また、左右輪の回転速度の差からヨーレートを演算して、ヨーレートセンサ10を用いた場合と同様に判定しても良い。

【0126】上述した各処理は、車間制御 ECU2、レーザレーダセンサ3、ブレーキ ECU4 およびエンジン ECU6 に備えられたROMあるいはバックアップ RAM に記憶されたプログラムにより実行されるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施の形態としての車間距離制御装置のシステムブロック図である。

【図2】ステアリングセンサの概略構成説明図である。

【図3】ステアリングセンサの出力信号説明図である。

【図4】操舵角演算処理のフローチャートである。

【図5】ステアリングセンサの出力に基づいて操舵角を演算するための換算テーブル説明図である。

【図6】操舵角中立位置学習処理のフローチャートである。

【図7】車速から、学習度合いカウンタC_vの演算に用いられる増加値αを求めるための換算テーブル説明図である。

【図8】実際の走行における操舵角中立位置S_cの推移を示すグラフである。

【図9】実際の走行における操舵角中立位置学習により、安定して操舵角が推測される状態までの操舵角中立位置S_cの推移を示すグラフである。

【図10】車間制御全体の処理のフローチャートである。

【図11】自車線確率算出処理のフローチャートである。

【図12】自車線確率マップの説明図である。

【図13】先行車選択処理のフローチャートである。

【図14】目標車間算出処理のフローチャートである。

【図15】加減速度算出処理のフローチャートである。

* 【図16】車間偏差D_eと相対速度V_rから基本加減速度MDVを求めるマップである。

【図17】車間Dと補正係数KMDVとの関係を示すグラフである。

【図18】目標車速算出処理のフローチャートである。

【符号の説明】

2…車間制御用電子制御装置（車間制御ECU）

3…レーザレーダセンサ

10 4…ブレーキ電子制御装置（ブレーキECU）

6…エンジン電子制御装置（エンジンECU）

8…ステアリングセンサ 10…ヨーレートセンサ

12…車輪速センサ 14…警報ブザー 16…車速センサ

18…ブレーキスイッチ 20…クルーズコントロールスイッチ

22…クルーズメインスイッチ 24…ボーテLAN

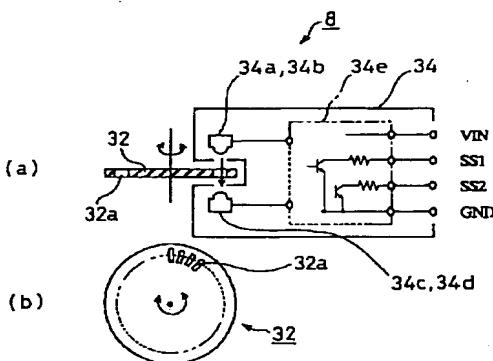
32…金属円板 32a…スリット 34…回転検出回路

20 34a, 34b…レザダイオード

34c, 34d…フォトトランジスタ 34e…検出回路

*

【図2】

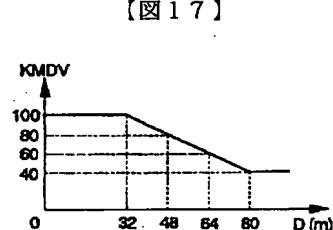


【図5】

初期SS1		現回SS2		Sd
SS1	SS2	SS1	SS2	
0	0	0	0	0
0	0	1	0	-1
0	0	0	1	+1
1	0	1	1	0
1	0	1	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	1	-1
0	1	0	0	-1
0	1	1	0	0
0	1	0	1	0
1	1	0	0	+1
1	1	1	0	+1
1	1	0	1	-1
1	1	1	1	0

【図7】

Vn (km/h)	α
40 ~ 60	2
60 ~ 80	3
80 ~ 100	4
100 ~	5



【図17】

* 【図16】車間偏差D_eと相対速度V_rから基本加減速度MDVを求めるマップである。

【図17】車間Dと補正係数KMDVとの関係を示すグラフである。

【図18】目標車速算出処理のフローチャートである。

【符号の説明】

2…車間制御用電子制御装置（車間制御ECU）

3…レーザレーダセンサ

10 4…ブレーキ電子制御装置（ブレーキECU）

6…エンジン電子制御装置（エンジンECU）

8…ステアリングセンサ 10…ヨーレートセンサ

12…車輪速センサ 14…警報ブザー 16…車速センサ

18…ブレーキスイッチ 20…クルーズコントロールスイッチ

22…クルーズメインスイッチ 24…ボーテLAN

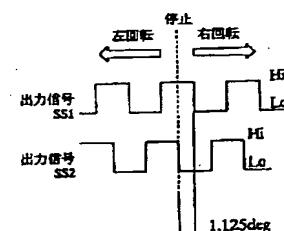
32…金属円板 32a…スリット 34…回転検出回路

20 34a, 34b…レザダイオード

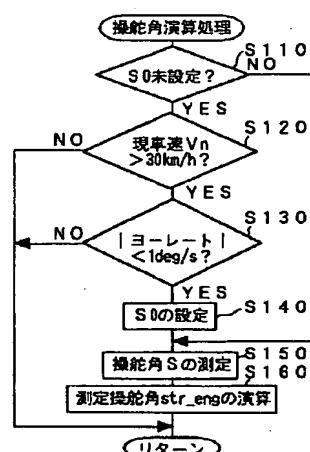
34c, 34d…フォトトランジスタ 34e…検出回路

*

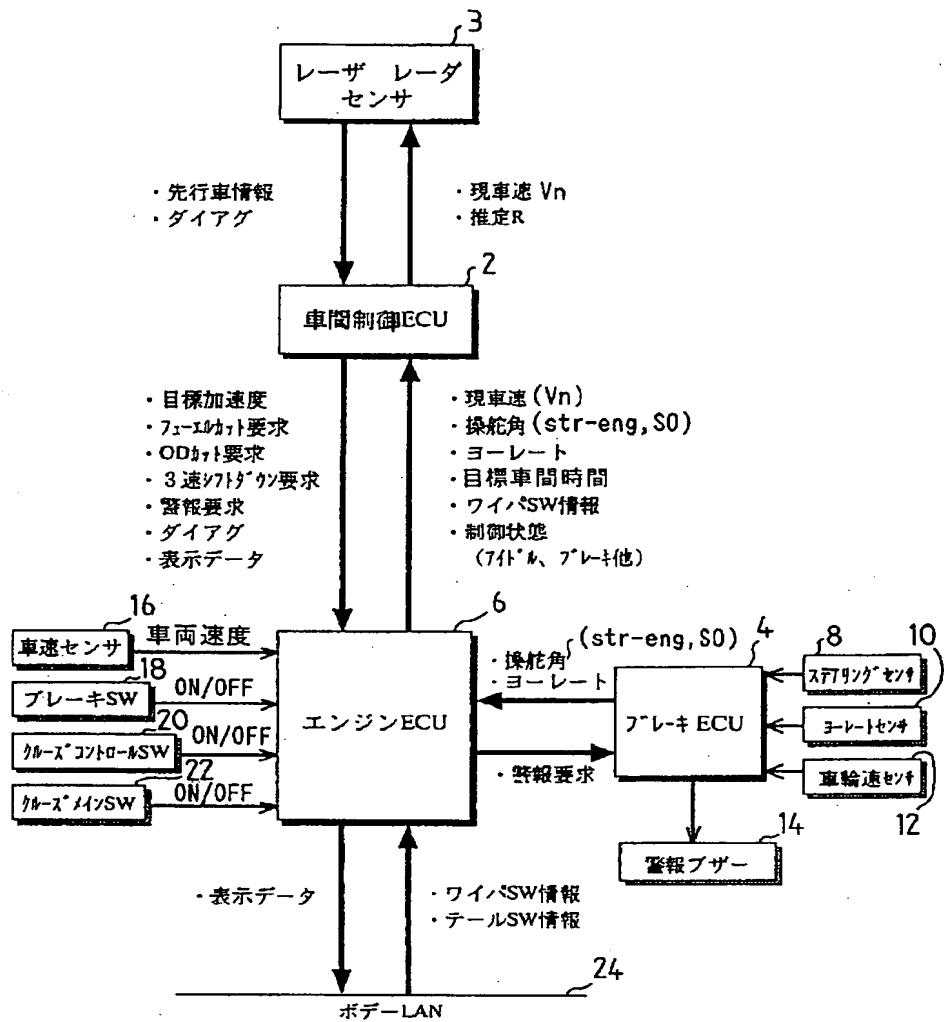
【図3】



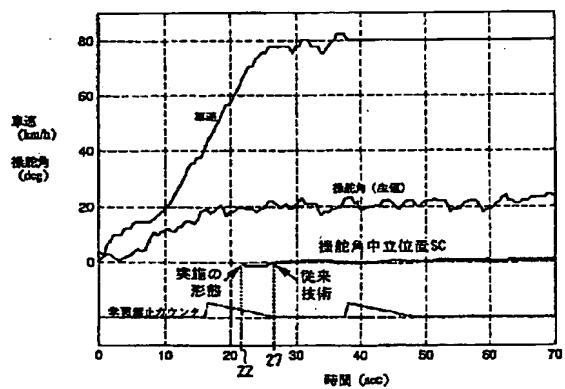
【図4】



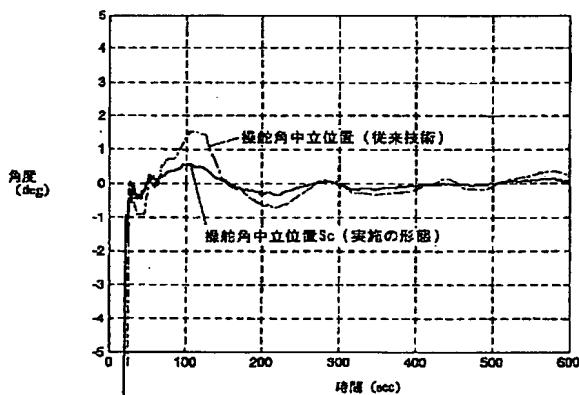
【図1】



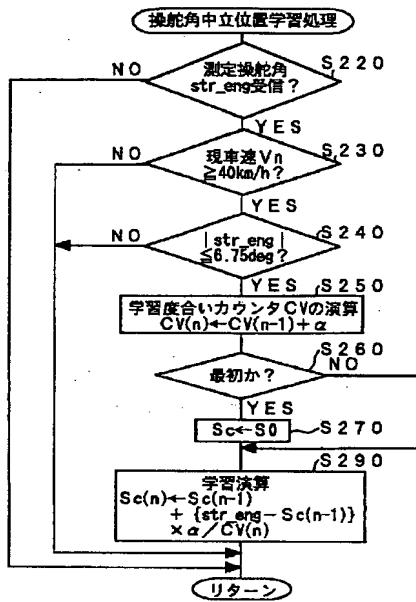
【図8】



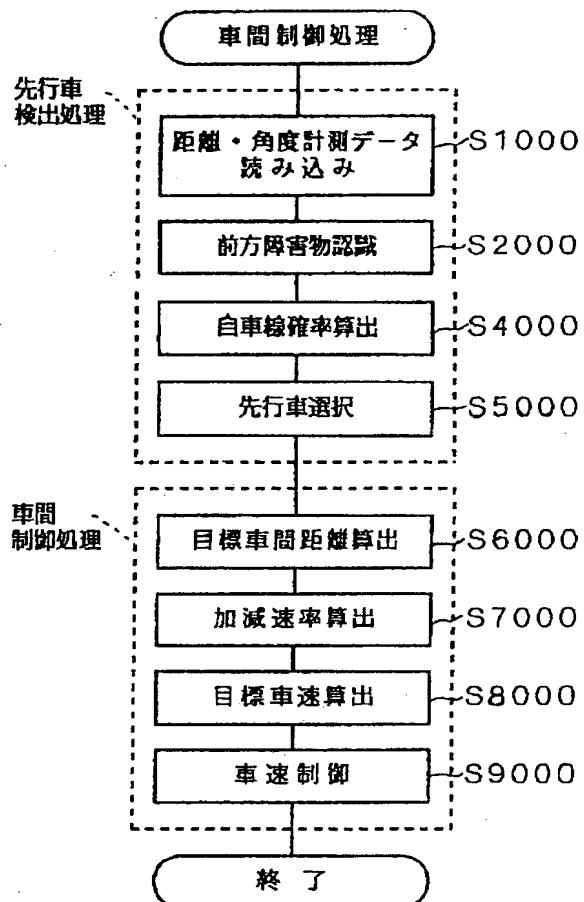
【図9】



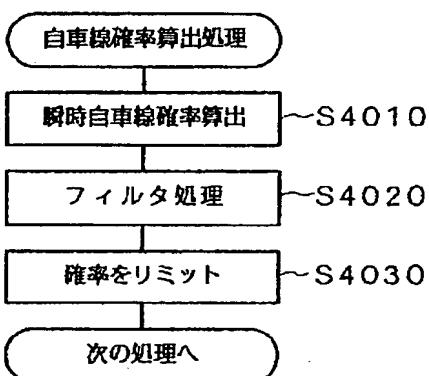
【図6】



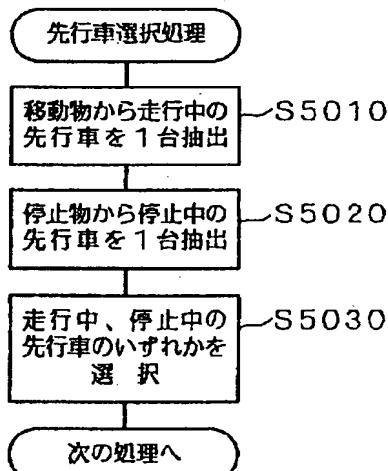
【図10】



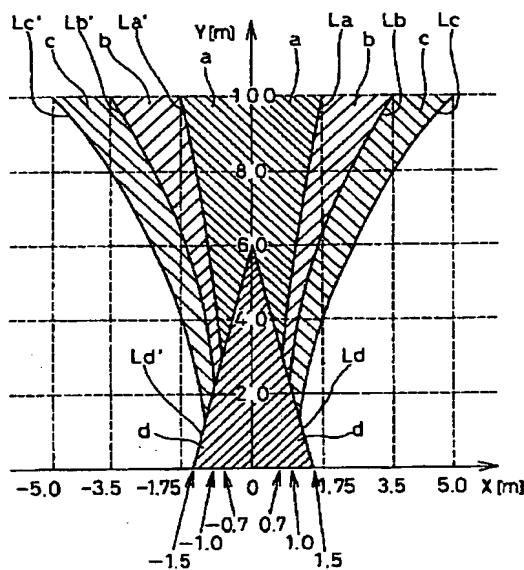
【図11】



【図13】



【図12】

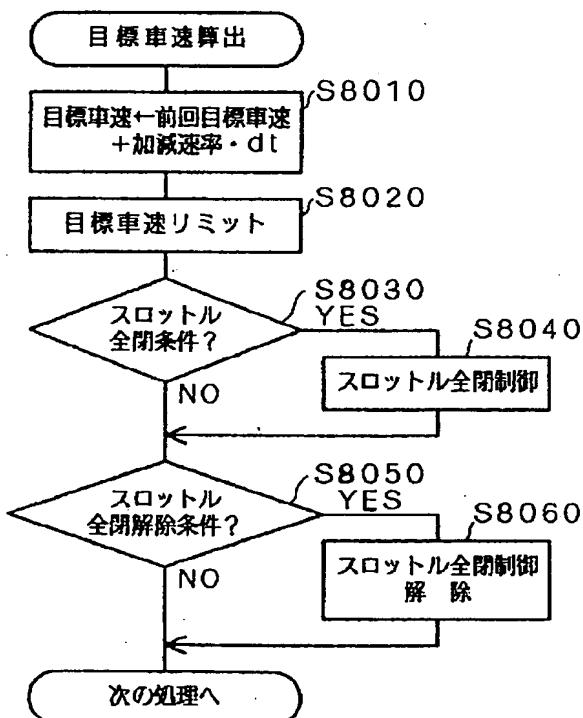


【図16】

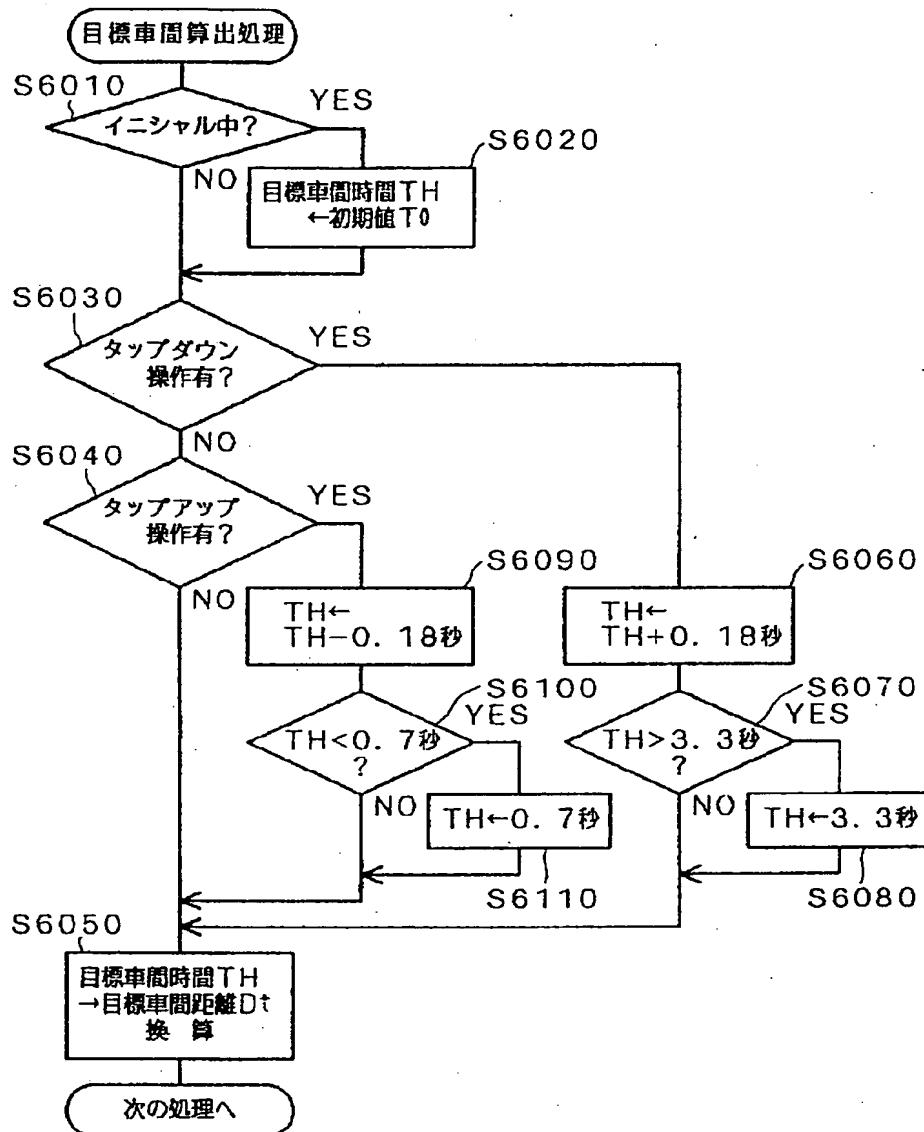
車間距離 相対速度 (m/s)	近い		遠い				
	-32	-16	0	16	32	48	64
16	1	2	2	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2	2	2
0	-1.5	-1.5	0	1	1.5	2	2
-8	-10	-5	-3	-1.5	0	0	0.5
-16	-10	-10	-10	-5	-5	-3	-0.5
-24	-10	-10	-10	-10	-10	-3	-1.5

数値単位 : m/s

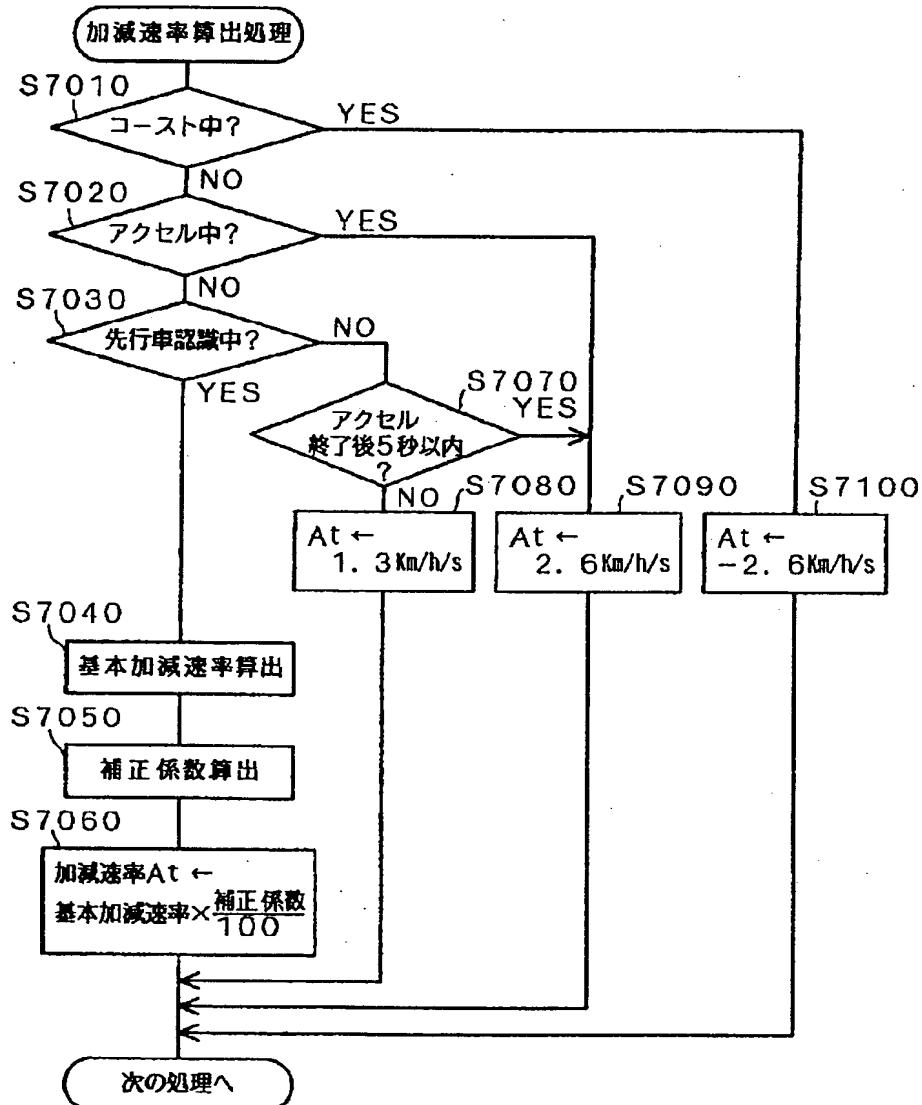
【図18】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51) Int.CI.⁶
G 0 1 S 13/93
17/93
// B 6 2 D 137:00

識別記号

F I
G 0 1 S 13/93
17/88

Z
A

(72) 発明者 山本 和重
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内